

**Motor exhaust gas processing system to reduce hazardous emissions, separates hydrocarbon components with low boiling point into vapor fractions to be reformed and reduced and high boiling point components are returned to the fuel tank**

**Patent number:** DE10018792  
**Publication date:** 2001-09-13  
**Inventor:** WIELAND STEFFEN (DE)  
**Applicant:** DAIMLER CHRYSLER AG (DE)  
**Classification:**  
- **international:** F01N3/20; F01N3/10  
- **european:** F01N3/30, B01D53/94F2D, F01N3/20D  
**Application number:** DE20001018792 20000415  
**Priority number(s):** DE20001018792 20000415

#### Abstract of DE10018792

To reduce hazardous emissions from the exhaust gas of an internal combustion motor, initially the components of the hydrocarbons with a low boiling point are separated by boiling point fractions and evaporated before the next stage where hydrogen or carbon monoxide is produced only from these components. The temperature for the boiling point fractionating is  $\leq 200$  deg C. The separated components are fed by a dosing unit (6) to a reforming reactor (7) to give the hydrogen or carbon monoxide. Air is mixed with the components at the dosing unit (6). The components of the hydrocarbons with a high boiling point are returned to the fuel tank (2). The remaining hydrogen and/or carbon monoxide in the exhaust gas flow, after the reduction stage for hazardous matter, is passed through an oxidizing stage with air to oxidize the components into water and carbon dioxide. The water is taken from the steam reduction of the hydrogen from the low boiling point components. An independent claim is included for an exhaust gas processing system with a reforming reactor (7) and a fractionating unit (5) to separate and evaporate components with a low boiling point from the components with a high boiling point. The outlet of the fractionating unit (5) leads the components with a low boiling point to the reforming reactor (7). A dosing unit (6) is between the fractionating stage (5) and the reforming reactor (7), to give a dosed feed into the reactor (7), mixed with air from an air feed supply (10) with an air heater (11). The dosing unit (6) is a jet. The fractionating unit (5) is in the fuel return line (4,4a) from the motor (1) to the fuel tank (2). The fractionating unit (5) has a pressure vessel, a heater and a rising tube to take the vaporized components with a low boiling point. The heater is electrical and/or is a heat exchanger using the motor heat. A CO shift stage is after the reformer (7). A particle filter is after the reduction catalyst. An oxidizing catalyst (15) is after the reduction reactor (14). Air is fed from the air supplies (10,16) through the oxidizing catalyst (15) and/or the particle filter.

---

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 100 18 792 C 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 01 N 3/20**  
F 01 N 3/10

②① Aktenzeichen: 100 18 792.7-13  
②② Anmeldetag: 15. 4. 2000  
④③ Offenlegungstag: -  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 13. 9. 2001

**DE 100 18 792 C 1**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ **Patentinhaber:**  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦② **Erfinder:**  
Wieland, Steffen, Dipl.-Ing., 74080 Heilbronn, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE	195 48 189 C2
DE	195 47 921 C2
US	54 12 946
US	42 33 188
US	41 25 090
US	40 59 076

⑤④ **Verfahren und Vorrichtung zur Schadstoffreduktion von Abgasen von Verbrennungsmotoren**

⑤⑦ Zur Schadstoffreduktion von Abgasen von Verbrennungsmotoren werden Schadstoffe, insbesondere Stickoxide und Rußpartikel, an einem Katalysator unter Zuführung von Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid reduziert. Der Wasserstoff bzw. das Kohlenmonoxid werden durch Wasserdampfreformierung und/oder partielle Oxidation von Kohlenwasserstoffen, wie Dieselmotorkraftstoff, Ottomotorkraftstoff, LPG (Liquefied Petrol Gas), erzeugt. Dabei werden in einem ersten Schritt im wesentlichen leichtsiedende Komponenten der Kohlenwasserstoffe durch Siedepunktfractionieren abgetrennt und verdampft, bevor in einem nachfolgenden Schritt nur aus diesen abgetrennten Komponenten der Wasserstoff bzw. das Kohlenmonoxid erzeugt wird.

**DE 100 18 792 C 1**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Schadstoffreduktion von Abgasen von Verbrennungsmotoren.

Die Reduzierung von Schadstoffen in Abgasen ist ein Beitrag zur Verringerung der Umweltbelastung durch Kraftfahrzeuge. Außerdem sehen die gesetzlichen Vorschriften in den kommenden Jahren ein Absenken der zulässigen Abgasgrenzwerte vor.

Aus der US-PS 4 125 090 ist ein Verfahren und ein System bekannt, um einen Verbrennungsmotor nur mit wasserstoffhaltigem Gas als Brennstoff zu betreiben. Dazu wird Kraftstoff, beispielsweise Benzin, in einem Reformier durch partielle Oxidation in reformierten Kraftstoff, nämlich das wasserstoffhaltige Gas umgewandelt. Um die Leistungsdaten des Systems den unterschiedlichen Betriebsanforderungen anzupassen, werden sowohl das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Reformers als auch das Verhältnis von reformierten Kraftstoff und Luft für den Verbrennungsmotor gesteuert.

Aus der US-PS 5 412 946 ist eine Vorrichtung zum Verringern von Stickoxiden für Verbrennungsmotoren bekannt. Die Vorrichtung umfaßt einen Verbrennungsmotor, einen Wasserstofferzeuger einschließlich eines Reformierungskatalysator, einen weiteren Katalysator zur  $\text{NO}_x$ -Reduktion, der in der Auspuffleitung des Verbrennungsmotors angeordnet ist, Mittel zum Zuführen des erzeugten Wasserstoffs zum Reduktionskatalysator und einen Mischer an der Eingangsseite des Reduktionskatalysator, um die Abgase mit dem erzeugten Wasserstoff zu mischen. Als Katalysatoren für die Reformierung des Wasserstoffes werden Palladium (Pd) und Platin (Pt)-Katalysatoren mit Kupfer (Cu), Chrom (Cr) und Nickel (Ni), Cu-Ni-Cr/Aluminiumkatalysatoren, Cu-Mn/Cu-Zn-Katalysatoren und Katalysatoren, die Nickel (Ni), Kobalt (Co) und Rhodium (Rh) als Katalysatormaterial enthalten, vorgeschlagen. Für die Reduktion des  $\text{NO}_x$  wird ein Platinkatalysator, der auf einen Zeolith-, Silizium- oder Aluminiumträger aufgebracht ist, verwendet. Als Brennstoffe für die Wasserstofferzeugung sind Methanol und Kohlenwasserstoffe wie LPG (Liquefied Petroleum Gas) und Erdgas offenbart.

Aus der US-PS 4 233 188 ist ein Katalysator zum Behandeln von  $\text{NO}_x$ , CO und unverbrannten Kohlenwasserstoffen von Abgas aus Verbrennungsmotoren bekannt. Der Katalysator umfaßt ein Substrat, einen Drei-Wege-Katalysator, der aus Iridium gebildet ist, ein Sauerstoffspeichermaterial, das aus der Gruppe, die Nickel und Wolfram enthält, ausgewählt ist, und einen Oxidationskatalysator aus Palladium.

Aus der US-PS 4 059 076 ist ein Brennstoffsystem für einen Verbrennungsmotor bekannt. In einem Reformier werden Kohlenwasserstoffe im wesentlichen zu Wasserstoff und Kohlenmonoxid umgewandelt. Dieses reformierte Gas dient als Brennstoff für den Verbrennungsmotor. Daneben ist ein Hilfsverbrennungsmotor vorgesehen, der mit den Kohlenwasserstoffen als Brennstoff in einem mageren Luft-Brennstoffgemisch betrieben wird. Der Hilfsverbrennungsmotor dient im wesentlichen dazu, die Reaktionswärme für den Reformier zu erzeugen. Außerdem werden die Abgase des Hilfsverbrennungsmotors in einer Mischkammer vor dem Reformier mit den Kohlenwasserstoffen gemischt. Der für die Reformierung der Kohlenwasserstoffe benötigte Sauerstoff wird auf diese Art und Weise als eine Komponente des Abgases zur Verfügung gestellt.

Aus der DE 195 47 921 C2 ist ein Verfahren zur Reduzierung von Stickoxiden in Abgasen von Kraftfahrzeugen durch Reduktion an einem Katalysator bekannt. Der für die Reduktion benötigte Wasserstoff wird durch Elektrolyse un-

ter Verwendung eines flüssigen fixierten Elektrolyten erzeugt.

Aus der DE 195 48 189 C2 ist ein weiteres Verfahren zur Reduzierung von Stickoxiden in Abgasen von Kraftfahrzeugen durch Reduktion an einem Katalysator bekannt. Der für die Reduktion benötigte Wasserstoff wird durch Wasserdampfpreformierung und/oder partielle Oxidation von Kohlenwasserstoffen erzeugt, wobei der Katalysator unabhängig von den Motorabgasen regelbar beheizt wird.

Zur Reduktion von Stickoxiden und Rußpartikeln in Abgasen von Verbrennungsmotoren können auch schon geringe Mengen an Wasserstoff und Kohlenmonoxid dienen. Eine genaue und zuverlässige Dosierung von geringen Mengen flüssiger Kohlenwasserstoffe für den Reformier ist schwierig bzw. bedarf eines entsprechender Konstruktionsaufwandes und ist damit kostenaufwendig. Als Edukte für die Erzeugung von Wasserstoff und Kohlenmonoxid können verschiedene Kohlenwasserstoffe wie Diesel, Benzin, Kerosin, LPG (Liquefied Petrol Gas) oder Alkohole wie Methanol eingesetzt werden. Die einzelnen Komponenten dieser Brennstoffe unterscheiden sich dabei hinsichtlich ihrer Eignung zur Reformierung zu Wasserstoff und Kohlenmonoxid.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, die eine zuverlässige und kostengünstige Dosierung auch von geringen Mengen von Kohlenwasserstoffen ermöglichen und auch eine effektivere Reformierung zu Wasserstoff und Kohlenmonoxid gewährleisten.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird zum einen ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1, zum anderen eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 8 vorgeschlagen.

Demnach werden bei einem erfindungsgemäßen Verfahren in einem ersten Schritt im wesentlichen leichtsiedende Komponenten der Kohlenwasserstoffe durch Siedepunktfractionieren abgetrennt und verdampft, bevor in einem nachfolgenden Schritt nur aus diesen abgetrennten Komponenten der Wasserstoff bzw. das Kohlenmonoxid erzeugt werden.

Es hat sich gezeigt, daß schwersiedende Komponenten von Kohlenwasserstoffen schlecht zu Wasserstoff und Kohlenmonoxid zu reformieren sind. Außerdem lassen sich flüssige Kohlenwasserstoffe in geringen Mengen nur schwer dosieren. Die Wasserstoff- bzw. Kohlenmonoxidherzeugung kann durch Trennung von leichtsiedenden Komponenten, die auch leicht reformierbar sind, von den schwersiedenden Komponenten, vorteilhafterweise auf die erstgenannten Eduktkomponenten mit den günstigen Reaktionseigenschaften beschränkt werden. Gase lassen sich auch in geringen Mengen ohne Schwierigkeiten zuverlässig und genau dosieren. Die Siedepunktfractionierung basiert auf einem Verdampfen der leichtsiedenden Komponenten. Erfindungsgemäß wird durch die Trennung der Komponenten und die teilweise Verdampfung in einem einzigen Verfahrensschritt in vorteilhafter Art und Weise ein gasförmiges Edukt erzeugt, das sich auch in geringen Mengen leichter dosieren läßt, und gleichzeitig wird das Edukt aus den Komponenten der Kohlenwasserstoffe gewonnen, die für die Reformierung besonders geeignet sind. Das heißt, daß eine effektive Reformierung von Kohlenwasserstoffen zu Wasserstoff und Kohlenmonoxid, deren Vorhandensein als Reduktionsmittel die Qualität der Schadstoffreduktion der Abgase wesentlich beeinflusst, gewährleistet ist.

Mit einer Vorrichtung, bei der einem Reformierungsreaktor eine Fraktioniereinrichtung zum Abtrennen und zum Verdampfen leichtsiedender Komponenten gegenüber schwersiedender Komponenten der Kohlenwasserstoffe

vorgeschaltet ist, wobei der Ausgang der Fraktioniereinrichtung für die leichtsiedenden Komponenten mit dem Reformierungsreaktor verbunden ist, kann das erfindungsgemäße Verfahren auf eine einfache Art und Weise verwirklicht werden. Die Anordnung von Reformierungsreaktor und Fraktioniereinrichtung erlaubt eine kompakte Bauweise, so daß die Vorrichtung als eine zusätzliche Baugruppe hinter einen Verbrennungsmotor einbaubar ist. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist auch kostengünstig in der Herstellung, weil Kosten und auch Raum für einen separaten Verdampfer eingespart werden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die abgetrennten leichtsiedenden Komponenten über eine Dosiervorrichtung einem Reformierungsreaktor zum Erzeugen des Wasserstoffs bzw. Kohlenmonoxids zugeführt. Über die Dosiervorrichtung kann die Menge der zu reformierenden Edukte zweckmäßig gesteuert werden.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Dosiervorrichtung ist diese so ausgebildet, daß den abgetrennten leichtsiedenden Komponenten über die Dosiervorrichtung Luft zugemischt werden kann. Auf eine zusätzliche Mischeinrichtung kann verzichtet werden. Luft und die abgetrennte leichtsiedende Komponente können dem Reformer gemeinsam als Mischgas über die Dosiervorrichtung zugeführt werden.

Bei einer weiteren zweckmäßigen Ausführungsform der Erfindung sind Luftzuführungsmittel an der Dosiervorrichtung vorgesehen. Die Luftzuführungsmittel können als Ventilator oder Kompressor ausgebildet sein. Diese können auch dazu verwendet werden, einen Betriebsdruck zum Betreiben der Dosiervorrichtung aufzubringen bzw. zu steuern.

Bei einer zweckmäßigen Fortbildung der Erfindung sind Heizmittel zum Vorwärmen der Luft vorgesehen sind. Dadurch kann die Luft schon vor Eintritt in dem Reformer auf dessen Betriebstemperatur vorgeheizt werden.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Dosiervorrichtung eine Düse. Dieses stellt eine konstruktiv einfache und kostengünstige Lösung dar.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die Fraktioniereinrichtung in der Kraftstoffrücklaufleitung vom Verbrennungsmotors zum Kraftstofftank angeordnet. Da schon geringe Mengen von Wasserstoff und Kohlenmonoxid für die Reduktion der Abgase ausreichend sind, kann der Bedarf an Kohlenwasserstoffen über die Rückleitung gedeckt werden, ohne daß zusätzliche Zuleitungen vorzusehen sind. Eventuelle Verunreinigungen z. B. mit schwersiedenden Ölen sind aufgrund der Siedepunktfractionierung unbeachtlich.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung umfaßt die Fraktioniereinrichtung einen Druckbehälter, eine Heizvorrichtung und ein Steigrohr, über das die leichtsiedenden Komponenten der Kohlenwasserstoffe gasförmig abgeführt werden. Eine solche Lösung ist konstruktiv einfach und ermöglicht trotzdem eine wirksame Trennung der flüssigen, schwersiedenden Komponenten von den verdampften leichtsiedenden Komponenten über das Steigrohr. Über den Druckbehälter kann zudem der Betriebsdruck für die Dosiervorrichtung aufgebaut werden.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu ver-

lassen.

Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispiels in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird im folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung ausführlich beschrieben.

Fig. 1 zeigt eine stark schematische Block-Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Fig. 2 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt aus der schematischen Darstellung der Fig. 1.

Erfindungsgemäß werden aus Kohlenwasserstoffen wie Diesel- oder Ottokraftstoffen in einem Fraktionierungsschritt zuerst leichtsiedende Komponenten abgetrennt, bevor aus diesen Komponenten in einem Reformer Wasserstoff und Kohlenmonoxid erzeugt werden. Diese werden als Reduktionsmittel für die Reduktion von Abgasschadstoffen wie Stickoxiden und Rußpartikeln an einem Katalysator eingesetzt. Anteile von Wasserstoff und Kohlenmonoxid, die auch nach der Reduktion des Abgases noch im Abgasstrom vorhanden sind, werden in einem Oxidationsschritt mit Luft zu Wasser und Kohlendioxid oxidiert. Eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Schadstoffreduktion von Abgasen von Verbrennungsmotoren ist in Fig. 1 schematisch dargestellt.

In Fig. 1 bezeichnet Bezugszeichen 1 einen Verbrennungsmotor und Bezugszeichen 2 einen Tank für den Kraftstoff des Motors 1. Der Tank 2 ist über eine Zuleitung 3 mit dem Verbrennungsmotor 1 verbunden. In einer Kraftstoffrücklaufleitung 4 vom Verbrennungsmotor 1 zum Tank 2 ist eine Fraktioniereinrichtung 5 angeordnet. In der Fraktioniereinrichtung 5 werden die leichtsiedenden Komponenten von den schwersiedenden Komponenten des Kraftstoffes getrennt. Die schwersiedenden Komponenten werden über eine Rückleitung 4a in den Tank 2 zurückgeleitet. Die abgetrennten leichtsiedenden Komponenten werden einem Reformer 7 gasförmig zugeführt. Dazu ist eine Dosiervorrichtung 6 vorgesehen, die vorzugsweise als Düse ausgebildet ist.

In dem Reformer 7 werden aus den leichtsiedenden Komponenten des Kraftstoffes Wasserstoff und Kohlenmonoxid erzeugt, die als Reduktionsmittel für die Abgasreinigung verwendet werden. Die Reformierung von Wasserstoff und Kohlenmonoxid aus Kohlenwasserstoffen an sich ist bekannt. Der Reformer 7 umfaßt einen Katalysator, der beispielsweise Nickel, Kobalt oder Rhodium als Katalysatormaterial enthält. Durch die bekannte Wasserdampfpreformierung und/oder partielle Oxidation wird das als Reduktionsmittel verwendete wasserstoffhaltige Gas erzeugt. Für die Wasserdampfpreformierung kann über einen Einlaß 9 Wasser in den Reformer 7 geleitet werden. Die Luft für die partielle Oxidation wird dem Reformer 7 über die Düse 6 zugeführt. Dazu ist an der Düse 6 ein Einlaß 8 vorgesehen. Die Luft kann über einen Ventilator 10 oder Kompressor 10 zugeführt werden. Dabei kann zumindest ein Teil des Betriebsdruckes der Düse 6 über den Ventilator/Kompressor 10 aufgebracht werden. An der Düse 6 sind weiterhin Heizmittel 11 wie Heizspiralen vorgesehen, um die Luft auf ungefähr 200°C vorzuwärmen. Eine (nicht gezeigte) CO-Shift-Stufe kann dem Reformer nachgeschaltet sein, um die Wasserstoffausbeute zu erhöhen.

Gase lassen sich auch in geringen Mengen ohne Schwierigkeiten zuverlässig und genau dosieren. Es ist auch möglich, eine Dosierung durch die Menge der Wärmezufuhr, d. h. durch elektrische Erwärmung, zu regeln. Eine weitere Möglichkeit ist die Dosierung der Luftzufuhr über Ventilator/Kompressor 10.

Über eine Leitung 13 wird das Abgas des Verbrennungsmotors 1 in einen Reaktor 14 geführt. Das wasserstoffhal-

tige Gas wird als Reduktionsmittel über eine Leitung 12 dem Abgas des Verbrennungsmotors 1 vor dem Reduktionsreaktor 14 zugegeben. Der Reaktor 14 enthält einen Katalysator mit z. B. Platin als Katalysatormaterial. In dem Reduktionsreaktor 14 erfolgt die Reduktion von insbesondere Stickoxiden und Rußpartikeln des Abgases am Katalysator durch Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid. Nach der Reduktion noch vorhandene Anteile von Wasserstoff bzw. Kohlenmonoxid werden mittels eines Oxidationskatalysators 15 mit Luft in Kohlendioxid und Wasser umgewandelt. Das dabei entstehende Wasser wird über eine (nicht dargestellte) Leitung dem Einlaß 9 des Reformers 7 zur Wasserdampfpreformierung zugeführt. Über die Leitung 16 wird dem Oxidationskatalysator 15 über den Kompressor 11 Luft zugeführt. Am Reduktionsreaktor 14 ist ein (nicht dargestellter) Partikelfilter angeordnet. Über die Leitung 17 kann dieser bei Bedarf durch Zudosierung von Luft freigebrannt werden.

Fig. 2 zeigt in einem vergrößerten Ausschnitt der Fig. 1 die Fraktioniereinrichtung 5.

Die Fraktioniereinrichtung 5 umfaßt einen Druckbehälter 20, eine Heizvorrichtung 21 und ein Steigrohr 22. Die Heizvorrichtung 21 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel als elektrische Heizung ausgeführt. Sie kann aber auch als Wärmetauscher ausgebildet sein, der die Abwärme des Verbrennungsmotors 1 nutzt. Eine elektrische Heizung ist jedoch zu bevorzugen, da diese auch beim Startvorgang einsetzbar ist.

Der Druckbehälter 20 weist einen Einlaß für die Kraftstoffrücklaufleitung 4 und einen Auslaß für die Leitung 4a auf. Der Kraftstoff gelangt über die Kraftstoffrücklaufleitung 4 in den Druckbehälter 20, wo er durch die Heizvorrichtung 21 erwärmt wird. Die leichtsiedenden Komponenten verdampfen zuerst und steigen über das Steigrohr 22 zur Düse 6 auf. Der restliche Kraftstoff, der aus schwersiedenden Komponenten besteht, wird über die Leitung 4a zum Tank 2 zurückgeführt. Damit wird eine einfache und wirkungsvolle Fraktionierung des Kraftstoffes in leicht- und schwersiedende Bestandteile bzw. Komponenten erreicht.

Der Flüssigkeitsspiegel im Druckbehälter 20 wird so geregelt, daß das Steigrohr 22 nicht in die Flüssigkeit hineinreicht. Der Druck des Druckbehälters 20 kann verwendet werden, um den Betriebsdruck für die Düse 6 aufzubauen. Über den Einlaß 8 kann der Düse 6 Luft zugemischt werden. Der Auslaß 23 der Düse 6 ist mit dem Reformier 7 verbunden.

In den Reformier 7 kann bevorzugt nicht nur Luft, sondern auch Wasser eingebracht werden. Da eine Wasserrückgewinnung systemtechnisch schwierig sein kann, besteht eine zweckmäßige Maßnahme darin, einen Wassergehalt des Abgases 13 des Verbrennungsmotors in einem Teilstrom zu nutzen. Typischerweise enthält das Abgas etwa 10–15% Wasser, das entsprechend genutzt werden kann. Zudem ist z. B. im Abgas von Dieselmotoren auch Sauerstoff enthalten. In einer günstigen Weiterbildung der Erfindung kann der Ventilator/Kompressor 10 auch Abgas bzw. bei Ottomotoren bevorzugt Abgas und Luft fördern.

Die Zufuhr von Luft ist vorzugsweise durch einen Abzweig nach einem Abgasturbolader vorteilhaft möglich. Dort herrscht ein erhöhter Druck, so daß auf einen Ventilator/Kompressor 10 auch unter Umständen verzichtet werden könnte.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Schadstoffreduktion von Abgasen von Verbrennungsmotoren, bei dem Schadstoffe, insbesondere Stickoxide und Rußpartikel, an einem Katalysator unter Zuführen von Wasserstoff und/oder Koh-

lenmonoxid reduziert werden, wobei der Wasserstoff bzw. das Kohlenmonoxid durch Wasserdampfpreformierung und/oder partielle Oxidation von Kohlenwasserstoffen, insbesondere Dieseldieselkraftstoff und Otto-kraftstoff, erzeugt werden, dadurch gekennzeichnet, daß in einem ersten Schritt im wesentlichen leichtsiedende Komponenten der Kohlenwasserstoffe durch Siedepunktfractionieren abgetrennt und verdampft werden, bevor in einem nachfolgenden Schritt nur aus diesen abgetrennten Komponenten der Wasserstoff bzw. das Kohlenmonoxid erzeugt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur beim Siedepunktfractionieren kleiner als 200°C gewählt wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß die abgetrennten leichtsiedenden Komponenten über eine Dosiervorrichtung (6) einem Reformierungsreaktor (7) zum Erzeugen des Wasserstoffs bzw. Kohlenmonoxids zugeführt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß den abgetrennten leichtsiedenden Komponenten über die Dosiervorrichtung (6) Luft zugemischt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die schwersiedenden Komponenten der Kohlenwasserstoffe zum Kohlenwasserstoff-Tank (2) zurückgeführt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid, welche nach dem Schadstoff-Reduktionsschritt noch im Abgasstrom vorhanden sind, in einem Oxidationsschritt mit Luft zu Wasser und Kohlendioxid oxidiert werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das so erzeugte Wasser für die Wasserdampfpreformierung des Wasserstoffes aus den leichtsiedenden Komponenten der Kohlenwasserstoffe verwendet wird.

8. Vorrichtung, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, mit einem Reformierungsreaktor (7) zum Erzeugen von Wasserstoff und Kohlenmonoxid aus Kohlenwasserstoffen durch Wasserstoffpreformierung und/oder partielle Oxidation sowie einem Reduktionsreaktor (14) zur Schadstoffreduktion der Abgase unter Zuführen von Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid an einem Katalysator, dadurch gekennzeichnet, daß dem Reformierungsreaktor (7) eine Fraktioniereinrichtung (5) zum Abtrennen und zum Verdampfen leichtsiedender Komponenten gegenüber schwersiedender Komponenten der Kohlenwasserstoffe vorgeschaltet ist, wobei der Ausgang (22) der Fraktioniereinrichtung (5) für die leichtsiedenden Komponenten mit dem Reformierungsreaktor (7) verbunden ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Ausgang (22) der Fraktioniereinrichtung (5) für die leichtsiedenden Komponenten und dem Reformierungsreaktor (7) eine Dosiervorrichtung (6) angeordnet ist, über die die leichtsiedenden Komponenten dem Reformierungsreaktor (7) dosiert zuführbar sind.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Dosiervorrichtung (6) zur Beimischung von Luft zu den abgetrennten leichtsiedenden Komponenten ausgebildet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß Luftzuführungsmittel (10) vorgesehen sind.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß Heizmittel (11) zum Vorwärmen der Luft vorgesehen sind.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Dosiervorrichtung (6) eine Düse ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Fraktioniereinrichtung (5) in der Kraftstoffrücklaufleitung (4, 4a) vom Verbrennungsmotor (1) zum Kraftstofftank (2) angeordnet ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Fraktioniereinrichtung (5) einen Druckbehälter (20), eine Heizvorrichtung (21) und ein Steigrohr (22), über das die leichtsiedenden Komponenten der Kohlenwasserstoffe gasförmig abgeführt werden, umfaßt.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizvorrichtung (21) als eine elektrische Heizung und/oder als ein Wärmetauscher, der die Abwärme des Verbrennungsmotors (1) nutzt, ausgebildet ist.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß dem Reformer (7) eine CO-Shiftstufe nachgeschaltet ist.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß am Reduktionskatalysator (19) ein Partikelfilter vorgesehen ist.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß dem Reduktionsreaktor (14) ein Oxidationskatalysator (15) nachgeschaltet ist.
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß dem Oxidationskatalysator (15) und/oder dem Partikelfilter Luft durch die Luftzuführungsmittel (10, 16) zuführbar ist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

40

45

50

55

60

65

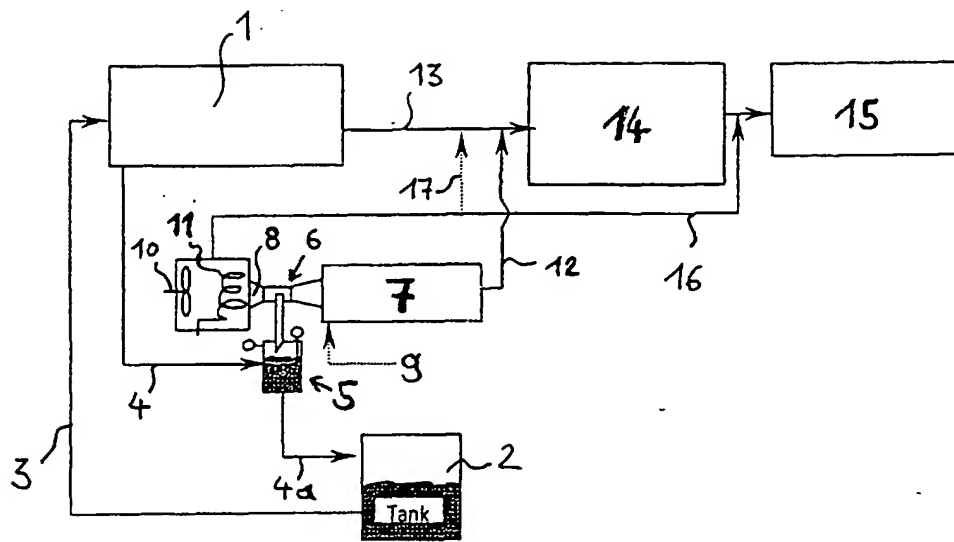


Fig. 1

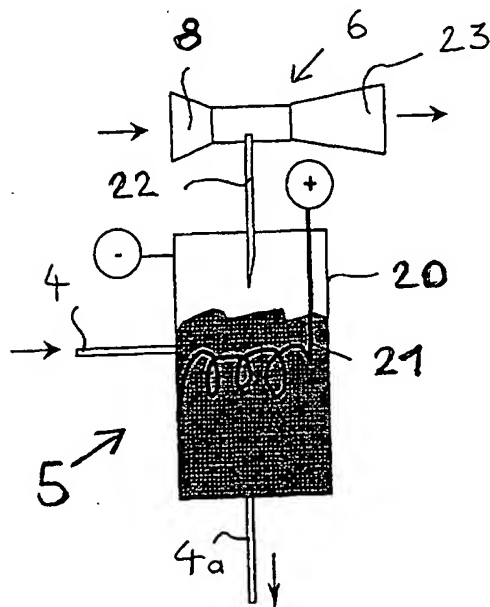


Fig. 2